

# 和弦键盘及其工效学研究

刘艳芳 牟炜民 张 侃

(中国科学院心理研究所 北京)

## 1 简介

自从 1866 年第 1 台商用打字机诞生以来, 键盘一直是以计算机为代表的人机系统的主要输入设备。1971 年, 国际标准化组织把一种布局简称为 QWERTY 的键盘规定为国际标准键盘, 成为世界各地广泛使用的计算机输入设备<sup>[1]</sup>。有不少研究表明, 标准键盘的键位布局不符合工效学中人机系统高效舒适的设计目的, 不利于提高信息输入的效率<sup>[2]</sup>。由此, 工程心理学家及工效学家提出了一些用于替代标准键盘进行更有效的人机交流的键盘, 和弦键盘(chord keyboard)就是其中一类。和弦就是由几个同时产生的纯音组成一个和音的过程。和弦键盘的基本原理就在于键与输入信息元之间的关系不是象标准键盘那样一一对应的关系, 而是多键对应于一个信息元, 即几个键的组合, 对应于一个字母或一个音节。

## 2 和弦键盘的历史

最早以和弦原理为基础而设计的打字机出现于 1942 年<sup>[3]</sup>, 这台打字机由左手一个键和右手一个键, 组合成一个字母。此后, 和弦原理被应用于键盘设计。最初的和弦键盘仅用于邮局分发信件, 设计者将不同的和弦组合与各目的地对应, 邮局工作人员不必逐个输入组成的各个单词, 只用一次同时按下几个键的组合, 就可以输入一个地名, 从而大大地加快了信件的分发速度。

1958 年, 和弦原理被 BM 的工效学家运用于计算机键盘的设计<sup>[1]</sup>, 他设计了一个 10 个键的双手和弦键盘, 操作者的 10 个手指各控制 1 个键, 较常用的英文字母由单个按键输入, 其它字母

由 10 个键的两两组合来实现。1959 年, Klemmer 将这个 10 键的和弦键盘改为 8 键, 双手的拇指不再用于按键输入。此后, 和弦键盘的设计改革主要集中在键位布局和字母与键元组合的对应关系上, 但很少有客观的评价结果针对这些键盘的设计<sup>[3]</sup>。1965 年, 美国人 Englebart<sup>[4]</sup>发明了第 1 个单手 6 键和弦键盘, 并以自己为被试, 经 10 小时的训练, 每分钟输入 10 个单词, 经过更多的训练以后, 他的右手输入速度为 35 单词/分钟, 左手为 25 单词/分钟。

## 3 和弦键盘的分类

和弦的原理在于几个手指的同时运动, 完成信息的输入, 即多键一码。对和弦键盘的分类可有不同的维度。根据操作手的不同, 可分为单手和弦键盘和双手和弦键盘。根据和弦所对应的信息元的不同, 可分为字母输入、音节输入和字形输入。

其中, 多键组合对应于一个字母, 通过逐个输入

字母来输入单词, 就是字母输入; 如图 1 所示, 这是一个由 12 个键组成的和弦键盘, 可输入 26 个英文字母和 9 个数字, 键上标识了一次击键可输入的字母, 2 键之间的字母由同时按下这 2 键来

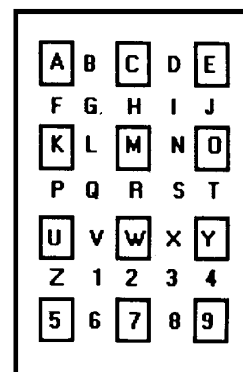


图 1

输入, 4 键之间的字母由同时按下这 4 个键来输入。

当多键组合代表一个音节, 可通过输入音节来输入词句, 就是音节输入和弦键盘。如下

面的一段句子, 音节和弦之间用斜杠加以区分<sup>[5]</sup>。

/I/n thi/s/se/g/me/nt of/te/xt/the/cho/rd/bo/und/ar/i/es/ha/ve/be/en/s/ho/w n/Y/by/li/ne/s

1974 年, Sidorsley<sup>[3]</sup>设计了字形和弦键盘, 他运用了和弦组合的空间形状与字母外形相似, 来定义各个字母的和弦, 他所设计的键盘只有 3 个键, 由单手食指、中指、无名指来控制, 每个字母由 2 次按键来完成。如图 2 所示, 例如字母 C 由 2 次按键完成, 第 1 次同时按下右边 2 键, 第 2 次同时按下 3 个键, 2 次按键的组合可想象为与字母 C 的外形相似。实验证明这样的键盘编码设计非常简单易学。

1984 年, Gopher<sup>[6]</sup>将字母和弦的设计方法引入希伯来字母的输入, 并得到以色列空军的运用。1988 年 10 月 4 日, Lawrence W Landley 申请了多相和弦键盘专利 (Ternary Chord Keyboard, TCK)<sup>[7]</sup>。这种键盘共有 8 个键, 由两手除拇指的 8 个手指控制, 每个键有中间位置、向前、向后 3 个状态, 可共有 6561 种和弦组合, 设计者只使用了其中较简单的 64 种和弦, 可输入标准键盘的所有键位。TCK 键盘的操作与标准键盘显著区别在于操作者的用力由单一向下压变为向前推、向后拨和向下压 3 种。由于运用了键的状态信息, 从而大大减少了使用键的数目。

#### 4 和弦键盘的工效学研究

自从和弦键盘问世以来, 有不少研究在易学性、操作速度等方面对和弦键盘与标准键盘进行了比较研究。1958 年, Klemmer<sup>[1]</sup>训练了 2 个被试学习使用他所设计的 10 键和弦键盘, 其中一名被试为熟练的标准键盘打字员。经过 40 小时的训练后, 打字员的输入速度达每分钟 47 个单词, 错误率为 0.3%, 而另一个被试的输入速度为每分钟 29 个单词, 错误率为 0.7%, 这说明和弦键盘的训

练与标准键盘的输入方式未发生冲突, 应该易为人们接受。

1961 年, Hillix 和 Coburn<sup>[1]</sup>以训练期、输入速度为指标, 比较了 7 种设计布局不同的字母输入和弦键盘, 结论认为理想的和弦键盘布局应具有以下特征: 以触压为反应方式; 键盘外形与手形一致; 双手能交替作业; 可校正单字母输入的错误; 和弦组合较容易记忆。

1965 年, Conrad 和 Longman<sup>[8]</sup>以 46 名均无标准键盘使用经验的邮递员为被试, 将被试分为 2 组, 分别学习使用标准键盘和和弦键盘, 经过 7 个星期的学习训练后, 他们发现和弦键盘组比标准键盘组早 2 周学会操作, 2 周之后, 2 组的输入率平行上升, 而和弦键盘组的输入速度始终优于标准键盘组。同年, Bowen 和 Guinness<sup>[1]</sup>比较了一个 12 键和弦键盘、一个 24 键和弦键盘和标准键盘的学习输入情况, 每组仅用了 3~6 个被试, 结果发现和弦键盘优于标准键盘组, 12 键和弦键盘组优于 24 键标准键盘组。

Beddoes<sup>[1]</sup>等人比较了他们发明的一种和弦速录机和一般速录机。经 50 小时的训练后, 和弦速录机的输入速度优于一般速录机的输入速度。

1984 年, Copher<sup>[3]</sup>报告了一个实验, 对比了 2 组被试学习 2 种和弦键盘的情况, 其中一种和弦键盘的编码运用了字母外形特征, 通过字母外表象与按键组合的相似, 来增加编码的易学性, 另一种键盘编码为字母与和弦的随机对应。实验结果显示, 运用了表象的编码组仅用了 7 分钟就学会了此编码方案, 而随机编码组则用了 50 分钟才学会相应的编码方案。经过了 20 小时的输入训练, 2 组的学习曲线表明, 从开始, 表象组就优于随机组, 训练结束时, 表象组的输入速度达到每分钟 25 个单词, 随机组每分钟输入 19 个单词。Gopher 的这一研究使单手字形和弦键盘被以色列空军采用, 安装于战斗机的座舱内。1988 年, Gopher 的另一个研究考察了单手和弦键盘、双手和弦键盘和标准键盘输入希伯来字母的差异, 发现在 30 小时的训练过程中, 和弦键盘的输入速度始终优于标准键盘组, 而单手和弦键盘组和双手和弦键盘组的输入并没有显著的差异。

1994 年, M iael<sup>[9]</sup>等人运用和弦原理的音节-和弦编码方法设计出了一种和弦键盘速录机, 从



图 2

被试学习掌握这种键盘输入的情况就明显优于学习原有一盘速录机的操作。经过 50 小时的训练后,使用和弦键盘的输入速度显著地比已有一年经验的一般速录机输入员的速度还快。作者由此认为,和弦键盘速录机可能是解决速录机学习问题的一个有效方法。

## 5 结论

从上述可以看出,和弦键盘具有以下特点:

5.1 和弦键盘可由单手操作,也可由双手操作,这与一般的键盘要求不同。单手操作的键盘具有下述优点:不需一定要放置于操作者的前方;操作者不需保持一种不自然的身体姿势;键盘能在较大空间内任意移动;操作者的另一手可以完成其他任务,如接电话、为输入文稿翻页。

5.2 相对较小的体积和键位分布的密集,使和弦键盘可方便携带,并适用于某些特殊场合,如在旅途中的文字处理。

5.3 对输入信息而言,和弦键盘每秒输入的信息量比一般一键一码键盘输入的信息量要多,但这并不意味着和弦键盘每分钟输入的单词量一定多于其他键盘,这仍然与和弦键盘的编码方法密切相关。

5.4 研究表明,和弦键盘的学习与操作比一般一键一码键盘的学习与操作要容易,主要是因为和弦键盘不需要手指在不同键位间的移动,因而减少了手指的定位训练,而手指间的协调组合成为了学习操作和弦键盘的主要内容。

5.5 和弦键盘的学习操作与标准键盘使用者已有的技能习惯并不冲突,没有一盘键盘布局改革所带来的矛盾,从而增加了推广学习和弦键盘的可能性。

由于上述原因,和弦键盘在国外被认为是可以替代标准键盘的最有力工具。在我国,随着计算机的广泛运用,汉字输入计算机技术越来越成为

计算机界、工效学界所关注的问题,简单地使用标准键盘对汉字进行拆分编码输入,无疑继承了西方使用标准键盘的历史问题,那就是知错不能改。如何选择有效的汉字输入工具,不重蹈覆辙,开辟汉字输入的新天地,和弦键盘也许是一个可以尝试的途径。当然,汉字和弦键盘的设计实现需要有针对性地对中国人有关研究为基础,这是我国工效学界所面临的又一研究课题。

## 参 考 文 献

- 1 Noyes J. Chord keyboards *Applied Ergonomics*, 1983; 14(1): 55~ 59
- 2 Noyes J. The QWERTY keyboard: a review. *Man Machine Studies*, 1983; 18: 265~ 281
- 3 Jack A, Adams Human Factors Engineering New York: Macmillan Publishing Company
- 4 Bowen HM, Guinness GV. Preliminary experiments on keyboard design for semiautomatic mail sorting, *Journal of Applied Psychology*, 49(3): 194~ 198
- 5 Rochester N, Bequaert F C Sharp EM. The chord keyboard *Computer*, 1978; 11(12): 56~ 63
- 6 Gopher D, Raj D. Typing with a two-hand chord keyboard: will the QWERTY become obsolete? *Ieee transactions on systems, man, and cybernetics*, 1988; 18(4)
- 7 Kroemer KH. Performance on a prototype keyboard with ternary chorded keys *Applied Ergonomics*, 1992; 23(2)
- 8 Conrad R, Longman DJ. A standard typewriter versus chord keyboard—An experimental comparison. *Ergonomics*, 1965; 8: 77~ 88
- 9 Michael P, Zhongxi Hu A chord stenography keyboard: a possible solution to the learning problem in stenography, *Ieee transactions on systems, man, and cybernetics*, 1994; 24(7)

[收稿日期 1997-05-03]